

(19) 대한민국특허청 (KR)
(12) 공개특허공보 (A)

(51) 。 Int. Cl. ⁷
H05H 1/30

(11) 공개번호 특2001 - 0060200
(43) 공개일자 2001년07월06일

(21) 출원번호 10 - 2000 - 0062579
(22) 출원일자 2000년10월24일

(30) 우선권주장 99 - 303115 1999년10월25일 일본 (JP)

(71) 출원인 마츠시다 덴코 가부시키키가이샤
이마이 기요스케
일본 오사카후 가도마시 오아자 가도마 1048반지

(72) 발명자 다구치노리유키
일본국오사카후가도마시오아자가도마1048반지마츠시다덴코가부시키키가이샤내
사와다야스시
일본국오사카후가도마시오아자가도마1048반지마츠시다덴코가부시키키가이샤내
야마자키게이이치
일본국오사카후가도마시오아자가도마1048반지마츠시다덴코가부시키키가이샤내
나카조노요시유키
일본국오사카후가도마시오아자가도마1048반지마츠시다덴코가부시키키가이샤내
이노오카유키코
일본국오사카후가도마시오아자가도마1048반지마츠시다덴코가부시키키가이샤내
기타야마가즈야
일본국오사카후가도마시오아자가도마1048반지마츠시다덴코가부시키키가이샤내

(74) 대리인 유미특허법인(대표변리사김원호송만호) 김원호
유미특허법인(대표변리사김원호송만호) 송만호

심사청구 : 있음

(54) 플라스마 처리장치 및 이 장치를 이용한 플라스마 생성방법

요약

플라스마 처리장치는 점화 전극의 도움으로 신뢰성 있게 대기압 플라스마를 생성하여 값비싼 임피던스 정합 장치를 사용하지 않고 쉽게 기동되어진다. 이 장치는 플라스마가 방출되는 구멍을 갖는 플라스마 생성실, 생성실 내로 플라스마 생성을 위한 가스를 공급하기 위한 가스 공급기, 한 쌍의 전극, 생성실 내에 플라스마를 유지하기 위하여 전극 사이에 교류 전기장을 인가하기 위한 전원, 펄스 전압을 제공하기 위한 펄스 생성기, 및 생성실 내에 공급된 가스에 펄스 전압을 인가하기 위한 점화 전극을 포함하여 플라스마를 생성한다.

대표도

도 1

색인어

플라즈마, 처리장치, 대기압, 점화 전극, 펄스 생성기, 임피던스

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 플라즈마 처리장치의 개략도.

도 2는 플라즈마 처리장치의 전극 이동 유닛의 개략도.

도 3은 플라즈마 처리장치에 사용된 간헐 발진기의 개략 회로도.

도 4는 플라즈마 처리장치의 변형예를 도시하는 개략 사시도.

도 5는 본 발명의 또 다른 바람직한 실시예에 따른 플라즈마 처리장치의 개략도.

도 6A 내지 도 6C는 본 발명의 또 다른 바람직한 실시예에 따른 플라즈마 처리장치의 개략 정면도, 개략 측면도 및 개략 평면도.

도 7A 및 도 7B는 전극 장치의 변형예를 보여주는 개략 단면도.

도 8은 종래기술에 따른 플라즈마 처리장치의 개략도.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 대기압 플라즈마로 목적물을 처리하기 위한 플라즈마 처리장치, 및 이 장치를 사용한 플라즈마 생성방법에 관한 것이다.

과거에는, 다양한 표면 처리기술이 대기압 플라즈마를 사용하여 수행되었다. 예를 들면, 일본 특허 공개 공보 제 2-15171 호, 제 3-241739 호, 제 1-306569 호 각각에서는, 플라즈마 처리가 반응실 내에 한 쌍의 전극과, 전극 사이에 절연물질을 갖는 플라즈마 처리장치에 의해 수행된다. 이러한 방법에는, 헬륨, 아르곤과 같은 희유기체를 주성분으로 갖는 플라즈마 생성가스가 반응실내에 공급되고, 목적물은 교류 전기장을 전극 사이에 인가하여 생성된 플라즈마에 의해 처리된다.

또한, 일본국 특허 공개 공보 제 4-358076 호, 제 3-219082 호, 제 4-212253 호, 제 6-108257 호, 및 제 11-260597 호는 대기압에 가까운 압력 하에서 생성된 플라즈마 제트(Jet)를 각각 이용하는 플라즈마 처리장치에 대해 기술하고 있다. 예를 들면, 도 8에 도시된 바와 같이, 종래 기술에 따른 전형적인 플라즈마 처리장치는 반응 튜브(2P), 가스

공급 유닛(8P), 반응 튜브 주위에 배치된 한쌍의 제1 및 제2 전극(3P, 4P), 및 임피던스 정합 유닛(impedance matching device; 12P)을 통해 제1 전극(3P)에 연결된 교류 전력 소스(11P)를 포함한다. 제2 전극(4P)은 접지된다.

반응 튜브(2P)는 그 상측 개구에 가스 입구(10P)가 형성되어 있고, 그 하측 개구에 플라즈마 분출 노즐(1P)이 형성되어 있다. 참조부호(12P)는 가변 콘덴서(14P)를 갖는 임피던스 정합 유닛(12P)을 의미하고, 전원(11P) 및 제1 전극(3P)과 제2 전극(4P) 사이의 플라즈마 생성 영역(13P) 사이에 임피던스를 일치시키기 위해 사용되는 인덕터(도시되지 않음)를 포함한다.

상술한 장치를 사용하여, 플라즈마 처리는 다음과 같이 수행된다. 먼저, 플라즈마 생성 가스가 가스 입구(10P)를 거쳐 가스 공급 유닛(8P)으로부터 반응 튜브(2P)내로 공급되고, 교류 전기장이 제1 및 제2 전극(3P, 4P) 사이에 인가되어, 반응 튜브내에 대기압 플라즈마를 생성한다. 목적물은 분출 노즐(1P)을 거쳐 반응 튜브(2P)로부터 주입된 분사 플라즈마에 의해 처리된다.

이 플라즈마 처리에서는, 대기압 플라즈마가 사용되기 때문에, 플라즈마 생성을 위해 제1 전극에 1kV 이상의 고전압을 인가할 필요가 있다. 또한, 도 8에 도시된 바와 같이, 전극(3P, 4P)이 반응 튜브(2P)의 외부에 위치되면, 인가된 교류 전기장의 대부분은 반응 튜브의 내부가 아닌 주위 공간으로 흩어지고 초기 방출 전압의 크기가 커져야 한다. 또한, 전형적인 교류 전기장의 주파수가 13.56 MHz 이기 때문에, 전원(11P)와 플라즈마 생성 영역(13P) 사이에 임피던스를 일치시킬 필요가 있다.

따라서, 반응 튜브(2P)내에 대기압 플라즈마를 생성하기 위해 이러한 고전압이 제1 전극(3P)에 인가되면, 임피던스 정합 유닛(12P)의 종래의 공기 콘덴서와 같은 가변 콘덴서(14P)내에 아크 방전이 일어날 수 있다. 이 경우, 플라즈마가 반응 튜브에서 일어날 수 없고, 이 것에 의해 플라즈마 처리장치의 오동작이 발생할 수 있다는 불편함이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 높은 내전압(withstand voltage)를 갖는 진공 콘덴서를 갖는 값비싼 임피던스 정합 유닛을 사용하는 것이 제안된다. 그러나, 장치의 비용이 비싸진다는 다른 문제가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상술한 관점에서, 본 발명의 주 목적은 점화 전극의 도움으로서 플라즈마가 대기압 근처의 압력하에서 신뢰성있게 생성될 수 있게하여 값비싼 임피던스 정합 장치를 사용하지 않고 장치의 기동을 용이하게 하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

즉, 본 발명의 플라즈마 처리장치는 플라즈마가 분출되는 구멍을 갖는 플라즈마 생성실과, 플라즈마 생성을 위해 필요한 가스를 생성실로 공급하는 가스 공급기와, 한 쌍의 전극, 생성실 내에 플라즈마를 유지하기 위하여 전극 사이에 교류 전기장을 인가하기 위한 전원과, 펄스 전압을 제공하기 위한 펄스 생성기, 및 플라즈마를 생성하기 위하여 생성실내에 공급된 가스에 펄스 전압을 인가하기 위한 점화 전극을 포함한다.

한 쌍의 전극은 생성실의 외부면에 접촉하는 것이 바람직하다. 이 경우, 이러한 전극은 플라즈마에 노출되지 않기 때문에, 플라즈마가 전극 물질에 의해 오염되는 것을 방지할 수 있다.

또한, 점화 전극은 구멍에 인접하여 위치되는 것이 바람직하다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 플라즈마 처리장치는 펄스 전압을 가스에 인가하기 위하여 점화 전극이 구멍에 인접하여 위치되는 제1 위치와, 점화 전극이 구멍으로부터 이격되는 제2 위치 사이에서 점화 전극을 이동시키기 위한 전극 이동 유닛을 포함한다. 이 경우, 점화 전극은 플라즈마가 생성된 후에 제1 위치로부터 제2 위치로 이동될 수 있어서, 점화 전극은 플라즈마 처리 진행로로부터 벗어나 있게 된다.

점화 전극이 생성실 외부 및 한 쌍의 전극에 의해 생성실내에 제공되는 방출 영역에 인접하여 위치되는 것이 바람직하다. 이 경우, 점화 전극은 플라즈마에 노출되지 않아서, 플라즈마가 전극 물질에 의해 오염되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 점화 전극은 생성실의 외부면에 접촉하는 것이 바람직하다.

본 발명의 또 다른 바람직한 실시예에서, 구멍의 내측 치수는 1mm 내지 20mm 범위내에 있다. 이 경우, 플라즈마 처리의 효율을 높일 수 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 상술한 플라즈마 처리장치를 이용한 플라즈마 생성방법으로서, 점화 전극을 사용하여 대기압 근처의 압력하에서 플라즈마 생성을 위한 가스에 펄스 전압을 인가하여 생성실에 플라즈마를 생성하는 단계를 포함하는 방법을 제공하는 것이다.

플라즈마 생성방법에서, 펄스 생성기에 의해 제공되는 펄스 전압의 크기가 한 쌍의 전극 사이에 인가되는 전압 값에 3 배 혹은 그 이상이면, 대기압 플라즈마를 안정되게 생성할 수 있다.

이러한 목적 및 장점과 다른 목적 및 장점은 다음의 본 발명의 상세한 설명 및 실시예로부터 분명해질 것이다.

본 발명이 첨부된 도면을 참조하여 바람직한 실시예에 따라 상세히 설명된다.

본 발명의 플라즈마 처리장치의 바람직한 실시예가 도 1 및 도 2에 도시된다. 이 장치는 플라즈마 생성실로 사용되며, 절연(유전) 물질로 채워진 원통형 튜브(2), 각각 링 형상을 갖는 제1 및 제2 전극(3, 4), 교류 전기장을 전극 사이에 인가하기 위한 전원(11), 플라즈마 생성을 위한 가스를 생성실로 공급하기 위한 가스 공급 유닛(8), 펄스 전압을 제공하기 위한 펄스 생성기(5), 생성실에 공급된 가스에 펄스 전압을 인가하기 위한 점화 전극, 및 점화 전극을 위한 전극 이동 유닛(7)을 포함한다.

원통형 튜브(2)를 위한 절연 물질로, 예를 들면, 퀴츠(quartz), 알루미늄, 이트륨 부분 강화 지르코니아(Y-PSZ)와 같은 유리계 혹은 세라믹 물질을 사용할 수 있다. 원통형 튜브(2)의 상측 개구는 플라즈마 생성을 위한 가스가 공급되는 통로가 되는 가스 입구(10)로 사용된다. 원통형 튜브(2)의 하측 개구는 플라즈마 분출 노즐(1)로서 기능한다. 원통형 튜브(2)의 하측 개구의 내경은 1mm 내지 20mm 의 범위 내에 있다.

제1 및 제2 전극(3, 4)은 원통형 튜브(2)가 링 형상을 갖는 전극을 통과하도록, 그리고 제1 전극(3)이 필요한 거리만큼 제2 전극(4)으로부터 이격되도록 위치된다. 필요한 거리는 플라즈마를 안정되게 얻기 위하여 3mm 내지 20mm 범위 내에 있는 것이 바람직하다. 또한, 제1 전극 및 제2 전극(3, 4)의 각각은 원통형 튜브(2)의 외부면에 접촉된다. 제1 및 제2 전극(3, 4) 사이의 원통형 튜브(2)의 내부 공간은 글로방전(glow discharge) 영역(13)으로 불리운다. 전극 물질로서, 예를 들면, 구리, 알루미늄, 황동, 스테인레스강과 같은 전기 전도성을 갖는 금속 물질을 사용할 수 있다. 제1 전극(3)은 임피던스 정합 장치(12)를 통해 전원(11)에 연결된다. 제2 전극(4)은 접지된다.

펄스 생성기(5)는 고전압의 펄스 전압을 제공할 수 있다. 예를 들면, 펄스 생성기(5)는 도 3에 도시된 회로를 갖는다. 이 회로는 인버터부(50)와 방전부(52)로 형성되어 있다. 인버터부(50)는 좁은 펄스 폭을 갖는 매우 가파른 펄스를 만들기 위하여 단일 트랜지스터 및 트랜스포머로 구성된 정배환회로(positive feedback circuit)인 간헐 발진기로 일반적으로 알려져 있다. 도 3에서, 스위치(SW)가 켜지면, 트랜지스터(Q)로 소량의 전류가 흘러, 상호 인덕턴스에 의해

트랜지스터의 베이스 권선(N1)에 유도 전압이 나타난다. 이 유도전압은 트랜지스터(Q)의 베이스를 전방으로 바이어스시키는 극성을 갖는다. 이 유도 전압에 따라 베이스 전류가 흐르면, 컬렉터 전류가 증가된다. 베이스 권선(N1)에 대한 유도 전압이 컬렉터 전류에 의해 증가되면, 컬렉터 전류는 더욱 증가된다. 그러나, 컬렉터 전류의 증가가 권선 저항 및 트랜지스터(Q)의 포화 저항에 의해 포화되면, 베이스 권선(N1)에 대한 유도 전압은 감소하기 시작한다. 베이스 권선(N1)에 대한 유도 전압이 감소하면, 컬렉터 전류는 또한 감소한다. 따라서, 트랜지스터(Q)는 급속하게 오프 위치로 전환된다. 그 결과, 큰 기전력이 베이스 권선(N1)에 발생하고, 베이스 권선(N1)의 분포 용량(Cs)은 충전된다. 분포 용량의 충전 결과, 진동하는 전압이 베이스 권선(N1)에 만들어진다. 양의 반주기가 음의 반주기의 끝으로부터 시작되면, 베이스 권선(N1)은 전방으로 바이어스 되고, 전류는 컬렉터를 통해 다시 흐르고, 트랜지스터(Q)는 초기 도전 상태로 복귀한다. 상술한 동작을 반복함으로써, 교류가 출력측에 배치된 권선(N2, Nb)에 출력된다.

방전부(52)에서, 인버터부(50)에 의해 교류로 변환된 전기 전력은 다이오드(D)에 의해 정류된다. 이 전류에 의해, 콘덴서(C)는 도 3에 도시된 극에 충전되어, 콘덴서(C)의 단자 전압이 상승한다. 충전이 충분하게 수행되면, 충전 전압은 항복 소자(BD)의 항복 전압(100V)에 도달하고, 항복 소자가 켜지고, 도 3에 화살표로 도시한 바와 같이, 방전 루프가 형성된다. 이 때, 콘덴서(C) 내에 축적된 에너지는 전류로 방출된다. 방출 전류는 1차 트랜스포머(L1)를 통해 흘러, 고전압이 2차 트랜스포머(L2)의 출력 단자(20)에 만들어진다.

점화 전극(6)은 펄스 생성기(5)의 출력 단자(20)에 연결된다. 점화 전극(6)은 끝이 뾰족한 단부를 갖는 봉으로 되어 있고, 제1 및 제2 전극(3, 4)과 동일한 금속 재료로 만들어질 수 있다.

전극 이동 유닛(7)은 베이스(27), 공기 압축기(29), 베이스에 고정된 공기 실린더(25), 점화 전극(6)을 붙잡기 위한 전극 집게(31), 공기 실린더의 봉(32)에 연결되고 공기 실린더(25)에 이동 가능하게 부착된 이동부(30), 및 전극 집게(31)와 이동부(30) 사이를 결합하기 위한 결합 부재(26)를 포함한다. 참조 부호(28)는 원통형 튜브(2)를 위한 케이스이다. 공기 실린더(25)를 기동시킴으로써, 전극 집게(31)에 의해 유지된 점화 전극(6)을 원통형 튜브(2)의 하측 개구(분출 노즐)하의 하류측 위치를 향해 이동시킬 수 있다. 즉, 점화 전극(6)은 점화 전극의 뾰족단부가 원통형 튜브(2)의 외부, 분출 노즐의 오리피스에 인접하여 위치되도록 점화 전극이 위치되는 점화 위치와, 도 2에 화살표로 도시된 바와 같이, 분출 노즐로부터 점화 전극이 이격된 정지 위치 사이에서 이동될 수 있다. 전극 이동 유닛(7)은 도 2의 장치에서 생략될 수 있다. 이 경우, 점화 전극의 뾰족단부가 분출 노즐(1)의 오리피스에 인접하여 위치되도록 점화 전극(6)이 고정될 수 있다.

본 발명의 상술한 플라즈마 처리장치를 사용함으로써, 플라즈마 처리가 다음의 방법에 따라 목적물에 대해 수행될 수 있다. 먼저, 플라즈마 생성을 위한 가스가 가스 입구(10)을 통해 원통형 튜브(2)의 내부로 공급된다. 임피던스 정합 장치(12)를 통해 전원(11)로부터 제공되는 무선 주파수의 교류 전기장이 제1 및 제2 전극(3, 4) 사이에 인가된다. 후에 설명되겠지만, 점화 전극(6)의 도움으로 플라즈마가 생성된 후에, 제1 및 제2 전극 사이에 인가된 전압 값은 원통형 튜브(2) 내에서 안정되게 플라즈마를 유지하기 위하여 0.5kV 내지 1kV의 범위 내에 있는 것이 바람직하다.

다음, 펄스 생성기(5)로부터 제공된 펄스 전압은 점화 전극(6)을 이용하여 원통형 튜브(2)내에 공급된 가스에 인가된다. 이 때, 점화 전극(6)은 점화 위치에 위치한다. 펄스 전압의 크기는 제1 및 제2 전극(3, 4) 사이에 인가된 전압 값의 3배 이상이다. 펄스 전압의 크기가 전극 사이의 전압 값의 3배 이상이 되면, 예를 들면 1초 혹은 그 이하의 시간과 같은 짧은 시간 내에 신뢰성있게 대기압 하에서 플라즈마를 생성하기가 힘들다. 펄스 전압의 크기의 상한은 제한되지 않는다. 예를 들면, 펄스 전압은 제1 및 제2 전극(3, 4) 사이에 인가된 전압값의 40배보다 혹은 그 이하일 수 있다.

펄스 전압이 인가되면, 원통형 튜브(2)내에 글로방전 영역에 먼저 예비 방전이 생성되고, 그 후, 제1 전극 및 제2 전극 사이에 인가되는 전압에 의해 예비 방전이 확장되어 대기압 플라즈마를 얻는다. 즉, 예비 방전이 점화 전극(6)의 도움에 의해 원통형 튜브(2)내에 생성되는 즉시, 예비 방전은 제1 및 제2 전극(3, 4) 사이에 인가된 교류 전기장에 의해 글로방전 영역(13)에서 확장 및 유지된다. 플라즈마를 안정되게 유지하기 위하여, 제1 및 제2 전극(3, 4) 사이에 인가된 교류 전기장의 주파수는 1kHz 내지 200MHz의 범위내에 있고, 글로방전 영역에 인가된 전력은 $20\text{W}/\text{cm}^3$ 내지 $350\text{W}/\text{cm}^3$ 범위내에 있는 것이 바람직하다. 전력의 단위(W/cm^3)는 글로방전 영역(13)의 단위 체적당 전력 값을 의미한다. 대기압 플라즈마는 원통형 튜브(2)하에 위치된 목적물에 분출 노즐(1)을 통해 주입된다. 대기압 플라즈마가 생성된 후에, 점화 전극(6)은 전극 이동 유닛(7)에 의해 정지 위치로 이동된다.

상술한 플라즈마 처리에 사용된 플라즈마 생성을 위한 가스로서, 불활성 가스(희유기체), 불활성 가스의 혼합물 혹은 불활성가스 및 반응성 가스의 혼합물을 사용할 수 있다. 불활성 가스로서, 헬륨, 아르곤, 혹은 크립톤을 사용할 수 있다. 방전 안정성 및 비용 효율의 관점에서, 헬륨, 아르곤 혹은 그 혼합물을 사용하는 것이 바람직하다. 반응성 가스는 표면 처리의 목적에 따라 선택적으로 선택된다. 예를 들면, 처리될 목적물 상의 유기물을 세척하는 경우, 방염제(resists) 제거, 혹은 유기막을 식각하는 경우에는, 산소, 공기, 이산화탄소, 혹은 일산화이질소(N_2O)와 같은 산화성 가스를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 실리콘을 식각하는 경우, 예를 들면 CF_4 와 같은 불소계 가스를 반응성 가스로 사용하는 것이 효과적이다. 금속 산화물을 환원시킬 때, 수소 혹은 암모니아와 같은 환원성 가스를 사용할 수 있다. 예로서, 반응성 가스의 첨가량은 10 중량% 혹은 그 이하의 범위가 바람직하고, 전체 불활성 가스의 양에 대해 0.1 중량% 내지 5 중량% 범위 내인 것이 더욱 바람직하다. 반응성 가스의 양이 0.1 중량% 이하일 때, 처리효과는 충분히 얻어지지 않을 수도 있다. 한편, 반응성 가스의 양이 10 중량% 이상일 때, 방전이 불안하게 될 수도 있다.

플라즈마 생성실의 변형예로서, 그 하측 개구에 슬릿과 같은 노즐(도시되지 않음)을 갖는 사각형 튜브(2)가 도 4에 도시된 바와 같이 사용될 수 있다. 이 경우, 사각형 튜브(2)의 노즐의 폭은 안정되게 플라즈마를 얻기위하여 1mm 내지 20mm 내의 범위에 있는 것이 바람직하다. 제1 및 제2 전극(3, 4)의 각각은 그 내를 사각형 튜브(2)가 통과하는 사각형 링 형상을 갖는다. 이 플라즈마 처리장치는 노즐로부터 커튼 유형의 플라즈마를 제공하기 때문에, 플라즈마 표면 처리의 효율을 더욱 향상시킬 수 있다. 다른 부품은 상술한 장치와 동일하다.

본 발명의 플라즈마 처리장치의 또 다른 바람직한 실시예가 도 5에 도시되어 있는데, 이 것은 다음의 특징을 제외하고는 도 1의 장치와 실질적으로 동일하다. 즉, 원통형 튜브(2)는 원통형 튜브(2)의 내경보다 작은 오리피스를 갖는 플라즈마 분출 노즐(1)로 기능하는 테이퍼형 하측 단부(35)를 갖는다. 노즐(1)은 그로부터 주입되는 제트같은 플라즈마의 유동 속도를 가속하는데 효과적이다. 이 경우, 제트같은 플라즈마는 플라즈마에서 생명이 짧은 래디컬(radical) 및 반응성 가스의 활성 입자가 사라지기 전에 목적물에 도달할 수 있기 때문에, 플라즈마 처리의 효율을 향상시킬 수 있다.

또한, 본 장치는 제1 및 제2 전극(3, 4) 사이의 원통형 튜브(2)의 외부면 주위에 권취된 전도성 와이어를 갖는데, 이 것은 점화 전극(6)으로 사용된다. 전도성 와이어(6)는 펄스 생성기(5)에 연결된다. 권취된 전도성 와이어에 인가되는 펄스 전압의 크기는 금속봉의 점화 전극을 사용하는 경우에 인가되는 펄스 전압보다 1.5배 커서 대기압 플라즈마를 신뢰성 있게 제공한다.

본 발명의 플라즈마 처리장치의 또 다른 바람직한 실시예가 도 6A 내지 도 6C에 도시되어 있는데, 이 것은 도 1의 장치와 실질적으로 동일하다. 즉, 플라즈마 생성실은 가스 입구(30)를 갖는 상측 원통형 튜브(61)와, 사각형 박스 형상을 갖는 가스 도입부(65), 가스에 초점을 맞추기 위해 가스 도입부의 하측 단부에 제공되는 테이퍼 부분(62), 각각이 링 형상을 갖고 제1 및 제2 전극(3, 4)을 통과하도록 연장된 얇은 원통형 튜브(2)로 형성되어 있다.

얇은 원통형 튜브(2)의 하측 개구는 플라즈마 분출 노즐(1)로서 기능한다. 하측 개구의 내부 치수는 1mm 내지 20mm 범위내에 있는 것이 바람직하다. 하측 개구가 원형으로 되어 있으면, 내부 치수는 원의 직경을 가리킨다. 하측 개구가 타원형상이면, 내부 치수는 타원의 짧은 직경을 가리킨다. 하측 개구가 사각형이면, 내부 치수는 사각형의 짧은 폭 방향의 대향부 사이의 거리를 가리킨다. 하측 개구가 정사각형이면, 내부 치수는 정사각형의 대향부 사이의 거리를 가리킨다.

제1 및 제2 전극(3, 4)은 얇은 원통형 튜브(2)의 외부면에 접촉되어 있다. 참조 부호(13)는 제1 및 제2 전극(3, 4) 사이의 얇은 원통형 튜브(2)내에 형성되는 글로방전 영역을 의미한다. 본 실시예에서, 점화 전극(6)은 플라즈마 생성실의 테이퍼 부분(62)에 삽입되어 얇은 원통형 튜브(2)의 상측단부(10) 위에 위치된다. 즉, 점화 전극은 글로방전부(13)로부터 상류측에 위치된다. 제1 및 제2 전극(3, 4) 및 전원(11)는 도 6A 및 도 6C에 도시되어 있지 않다.

전극(3, 4) 장치의 변형예가 도 7A 및 7B에 도시되어 있다. 도 7A에서, 외부 전극(40)은 원통형 튜브(2)의 외부면에 접촉하게 되도록 놓여진 링과 유사한 전극이고, 내부 전극(41)은 원통형 튜브(2)의 내부에 놓여진 봉과 유사한 전극이다. 플라즈마 생성을 위한 가스는 원통형 튜브(2)의 내면과 원통형 튜브의 하측 개구를 향한 내부 전극(41) 사이의 틈새를 통해 유동한다. 전원(11)로부터 제공되는 교류 전기장이 외부 및 내부 전극(40, 41) 사이에 인가되어 글로방전 영역(13)에 플라즈마를 얻는다. 얻어진 플라즈마는 테이퍼 노즐(35)로부터 불리워져 나간다.

도 7B에서, 플라즈마 생성실을 위한 반응용기를 통해 전극(3)이 전극(4)에 대해 면-대-면 관계에 있도록 한 쌍의 전극(3, 4)이 놓여져 있다. 전원(11)로부터 제공되는 교류 전기장이 전극(3, 4) 사이에 인가되어 글로방전 영역(13)에서 플라즈마를 얻는다. 생성된 플라즈마는 테이퍼 노즐(35)로부터 방출되어진다.

본 발명의 플라즈마 처리장치에 따르면, 점화 전극(6)에 의해 원통형 튜브(2) 내에 공급된 가스에 펄스 전압이 인가되고, 상대적으로 작은 전압이 제1 및 제2 전극 사이에 인가될 때 대기압 플라즈마가 신속하게 그리고 신뢰성 있게 생성될 수 있다. 생성된 플라즈마는 전극 사이에 인가되는 낮은 전압에 의해서 안정되게 유지되어진다. 따라서, 제1 및 제2 전극 사이에 고전압을 인가할 필요가 없기 때문에, 임피던스 정합 유닛의 가변 콘덴서에 아크 방전을 일으킬 필요없이 플라즈마 처리장치를 기동하는 것이 용이해질 수 있다.

또한, 진공 콘덴서와 같은 높은 내전압을 갖는 값비싼 가변 콘덴서가 임피던스 정합 유닛에서는 필요없기 때문에, 비용 측면에서 우수한 플라즈마 처리장치를 제공할 수 있다. 또한, 장치가 전극 이동 유닛을 구비하면, 점화 전극은 분출 노즐과 처리될 목적물 사이의 처리 공간으로부터 제거될 수 있다. 따라서, 점화 전극이 플라즈마 처리 진행로 상으로부터 벗어나 있다.

예 1 내지 예 3

다음은 본 발명의 플라즈마 처리장치를 사용하는 플라즈마 생성방법의 바람직한 예들이다.

예 1

플라즈마 생성방법은 도 1에 도시된 장치를 사용하여 수행되었다. 원통형 튜브(2)는 5mm의 외경과 3mm의 내경을 갖는 퀴츠(quartz)로 제조되어 있다. 전원(11)로부터 제공되는 13.56MHz의 교류 전압이 제1 전극(3)에 인가되었고, 제2 전극(4)은 접지되었다. 플라즈마 생성을 위한 가스로서, 0.3 liter/min의 헬륨, 1.5 liter/min의 아르곤 및 0.02 liter/min의 산소가 가스 입구(10)를 통해 원통형 튜브(2)에 공급되었다. 전기 전력 100W 용 혼합물 가스의 대기압 플라즈마를 얻기 위해, 약 15kV의 펄스 전압이 점화 전극(6)을 사용하여 원통형 튜브(2) 내의 혼합물 가스에 인가되었다. 이 경우, 대기압 플라즈마를 유지하기 위하여 1kV 혹은 그 이하의 교류 전압이 제1 및 제2 전극에 인가되었다.

반대로, 도 8에 도시된 종래 기술에 따른 플라즈마 처리장치를 사용하는 경우에는 플라즈마를 생성하기 위해 제1 및 제2 전극 사이에 5kV 이상의 높은 교류 전압이 인가될 필요가 있었다. 또한, 아크 방전이 임피던스 정합 유닛의 가변 콘덴서에서 종종 일어났다. 따라서, 대기압 플라즈마는 일어나기 힘들었다.

예 2

플라즈마 생성방법이 도 5에 도시된 장치를 사용하여 수행되었다. 원통형 튜브(2)는 16mm의 외경과 13mm의 내경을 갖는 쿼츠로 제조되어 있다. 전원(11)로부터 제공되는 13.56MHz의 교류 전압이 제1 전극(3)에 인가되었고, 제2 전극(4)은 접지되었다. 플라즈마 생성을 위한 가스로서, 1 liter/min의 헬륨, 3 liter/min의 아르곤 및 0.06 liter/min의 산소가 가스 입구(10)를 통해 원통형 튜브(2)에 공급되었다. 전기 전력 300W용 혼합물 가스의 대기압 플라즈마를 얻기 위해, 약 10kV의 펄스 전압이 점화 전극(6)을 사용하여 원통형 튜브(2) 내의 혼합물 가스에 인가되었다. 이 경우, 대기압 플라즈마를 유지하기 위하여 1kV 혹은 그 이하의 교류 전압이 제1 및 제2 전극에 인가되었다.

반대로, 도 8에 도시된 종래 기술에 따른 플라즈마 처리장치를 사용하는 경우에는 플라즈마를 생성하기 위해 제1 및 제2 전극 사이에 2kV 이상의 높은 교류 전압이 인가될 필요가 있었다. 또한, 아크 방전이 임피던스 정합 유닛의 가변 콘덴서에서 종종 일어났다. 따라서, 대기압 플라즈마는 일어나기 힘들었다.

예 3

플라즈마 생성방법이 도 4에 도시된 장치를 사용하여 수행되었다. 사각형 튜브(2)는 55mm x 1mm의 내부크기를 갖는 쿼츠로 제조되어 있다. 전원(11)로부터 제공되는 13.56MHz의 교류 전압이 제1 전극(3)에 인가되었고, 제2 전극(4)은 접지되었다. 플라즈마 생성을 위한 가스로서, 2 liter/min의 헬륨, 10 liter/min의 아르곤 및 0.4 liter/min의 산소가 사각형 튜브(2)에 공급되었다. 전기 전력 760W용 혼합물 가스의 대기압 플라즈마를 얻기 위해, 약 18kV의 펄스 전압이 점화 전극(6)을 사용하여 사각형 튜브(2) 내의 혼합물 가스에 인가되었다. 이 경우, 대기압 플라즈마를 유지하기 위하여 1kV 혹은 그 이하의 교류 전압이 제1 및 제2 전극에 인가되었다.

반대로, 도 8에 도시된 종래 기술에 따른 플라즈마 처리장치를 사용하는 경우에는 플라즈마를 생성하기 위해 제1 및 제2 전극 사이에 5kV 이상의 높은 교류 전압이 인가될 필요가 있었다. 또한, 아크 방전이 임피던스 정합 유닛의 가변 콘덴서에서 종종 일어났다. 따라서, 대기압 플라즈마는 일어나기 힘들었다.

발명의 효과

본 발명의 플라즈마 처리장치는 처리될 목적물로부터 유기물과 같은 외부물질을 제거하는 것, 방염제 벗겨내기, 유기막의 부착성능 향상, 표면 변형, 막 형성, 금속 산화물 환원, 혹은 액정을 위한 유리 모재 세척등에 사용될 수 있다. 특히, 플라즈마 처리장치는 정교한 연결을 필요로 하는 전자 부품의 표면 세척을 수행하는데 편리하다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

대기압 근처의 압력하에서 생성되는 플라즈마로 목적물을 처리하기 위한 플라즈마 처리장치에 있어서,

상기 플라즈마가 방출되는 구멍을 갖는 플라즈마 생성실;

상기 생성실 내로 플라즈마 생성을 위한 가스를 공급하는 가스 공급기;

한 쌍의 전극;

상기 생성실 내에서 상기 플라즈마를 유지하기 위하여 상기 전극 사이에 교류 전기장을 인가하기 위한 전원;

펄스 전압을 제공하기 위한 펄스 생성기; 및

상기 플라즈마를 생성하기 위해 상기 생성실에 공급된 상기 가스에 상기 펄스 전압을 인가하기 위한 점화 전극을 포함하는 플라즈마 처리장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 한 쌍의 전극이 상기 생성실의 외부면과 접촉하는 플라즈마 처리장치.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 점화 전극이 상기 구멍에 근접하여 놓여있는 플라즈마 처리장치.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 점화 전극이 상기 구멍에 근접하여 위치되어 상기 펄스 전압을 상기 가스에 인가하는 제1 위치와, 상기 점화 전극이 상기 구멍으로부터 이격되는 제2 위치 사이에서 상기 점화 전극을 이동시키기 위한 전극 이동 수단을 추가로 포함하는 플라즈마 처리장치.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 점화 전극은 상기 생성실 외부에 상기 생성실 내에 상기 한 쌍의 전극에 의해 제공되는 방전 영역에 인접하여 위치되는 플라즈마 처리장치.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 점화 전극이 상기 생성실 외부면과 접촉하는 플라즈마 처리장치.

청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 구멍의 내부 치수가 1mm 내지 20mm의 범위 내에 있는 플라즈마 처리장치.

청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 펄스 생성기에 의해 제공되는 상기 펄스 전압의 크기는 상기 한 쌍의 전극 사이에 인가되는 전압 값 보다 3배 혹은 그 이상인 플라즈마 처리장치.

청구항 9.

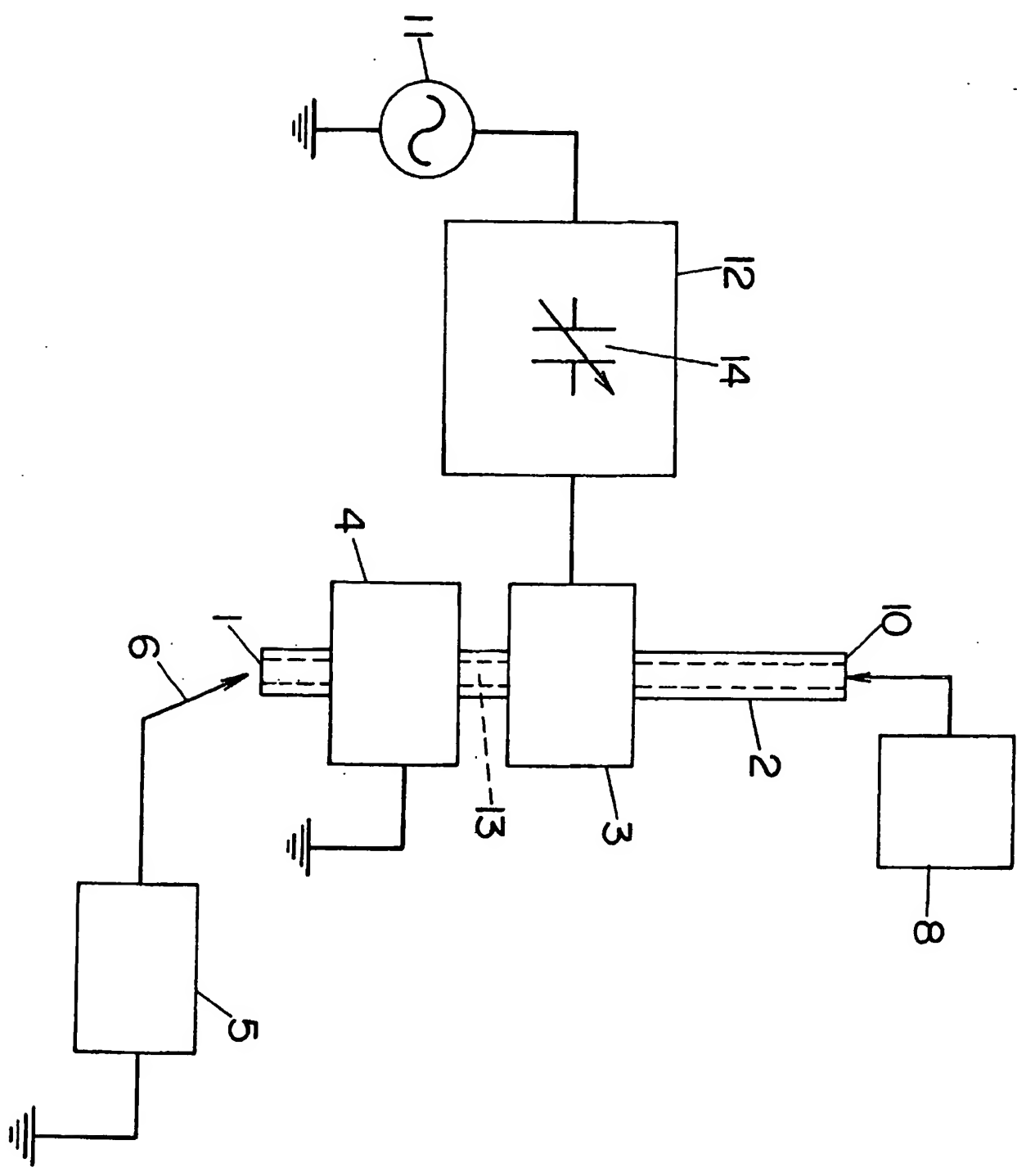
제1항의 장치를 사용한 플라즈마 생성방법에 있어서, 상기 생성실에 플라즈마를 생성하기 위해 대기압 근처의 압력 하에서 플라즈마 생성을 위한 가스에 상기 점화 전극을 사용하여 펄스 전압을 인가하기 위한 단계를 포함하는 플라즈마 생성방법.

청구항 10.

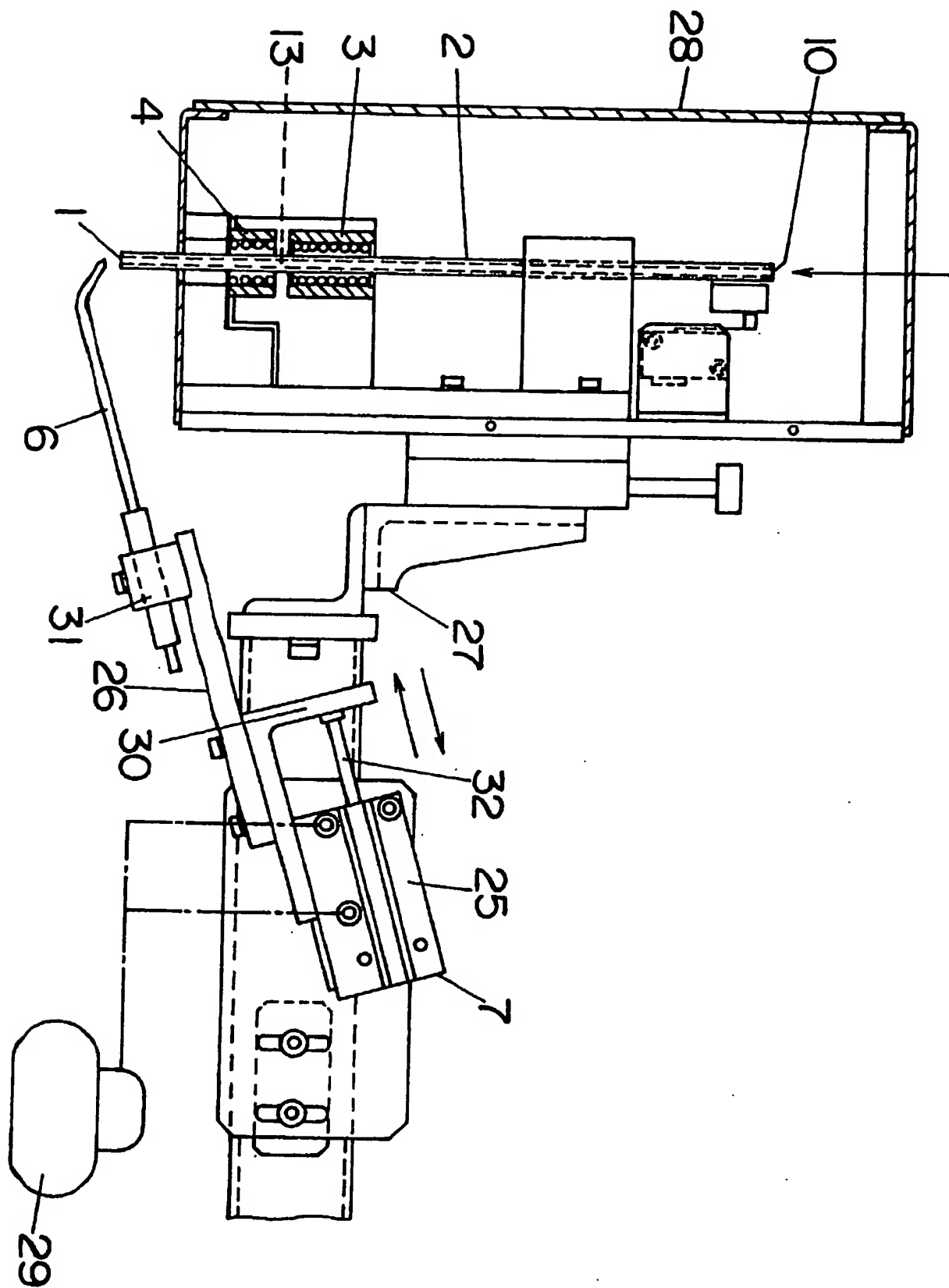
제9항에 있어서, 상기 펄스 생성기에 의해 제공되는 상기 펄스 전압의 크기는 상기 한 쌍의 전극 사이에 인가되는 전압 값의 3배 혹은 그 이상인 플라즈마 생성방법.

도면

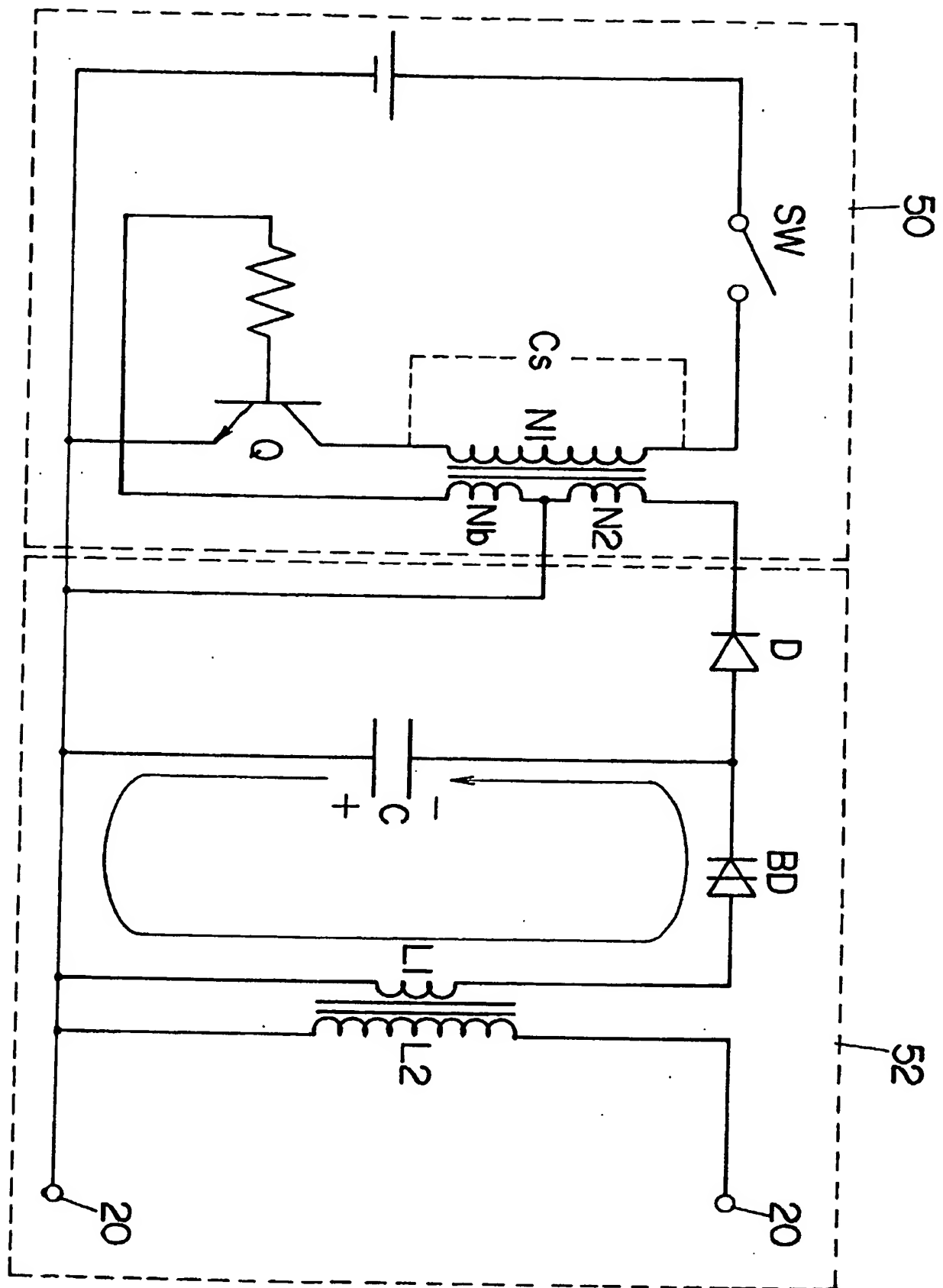
도면 1



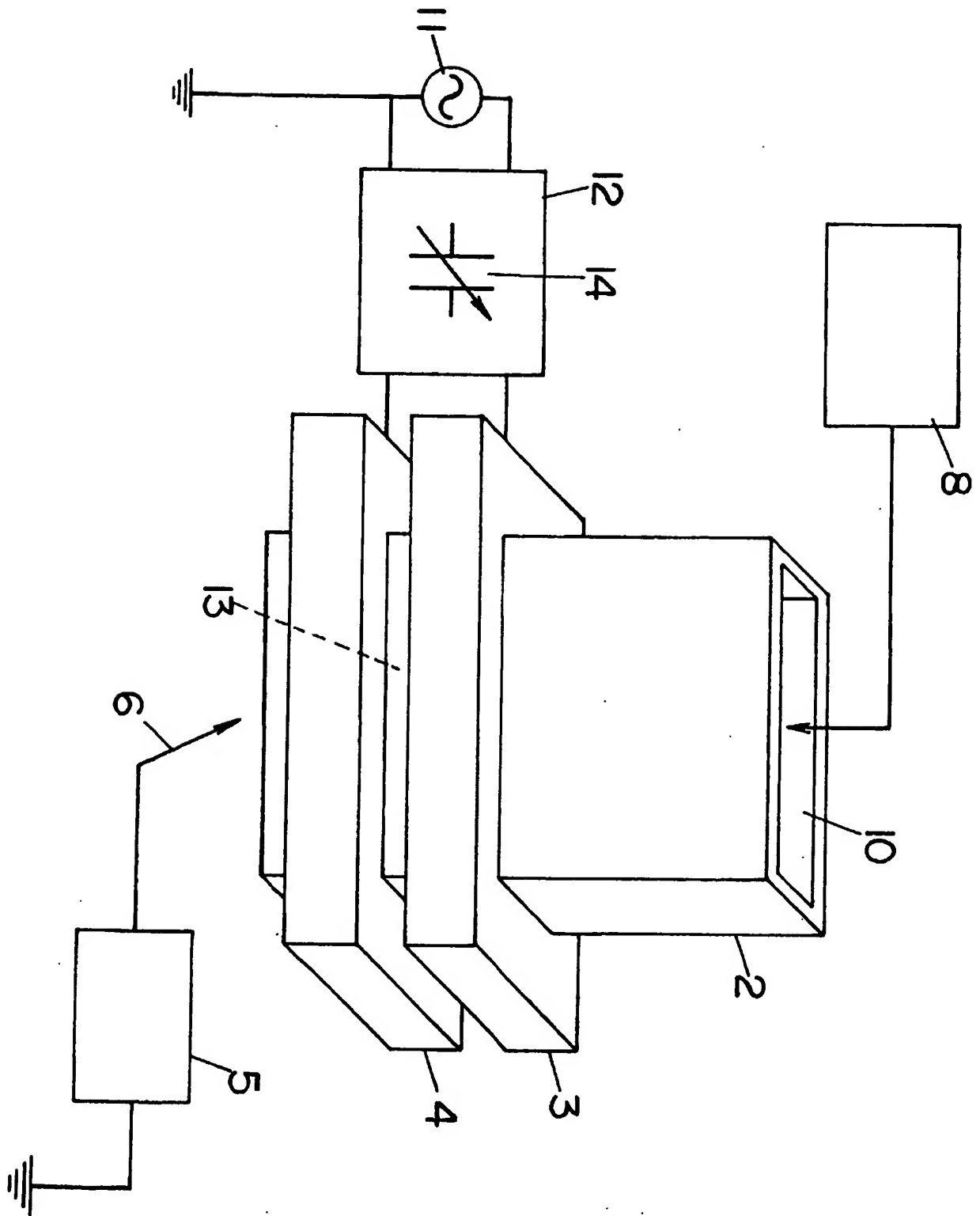
도면 2



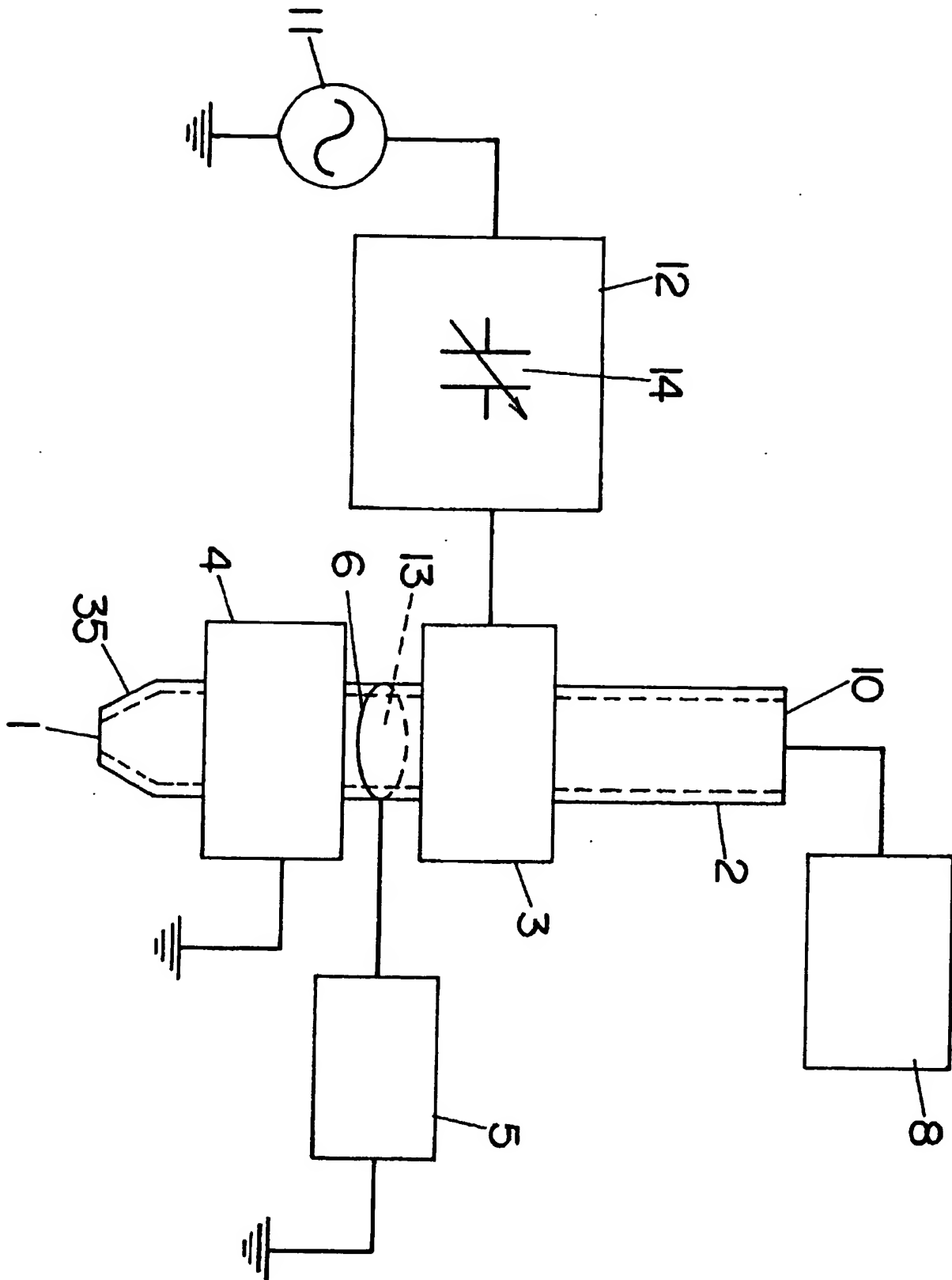
도면 3



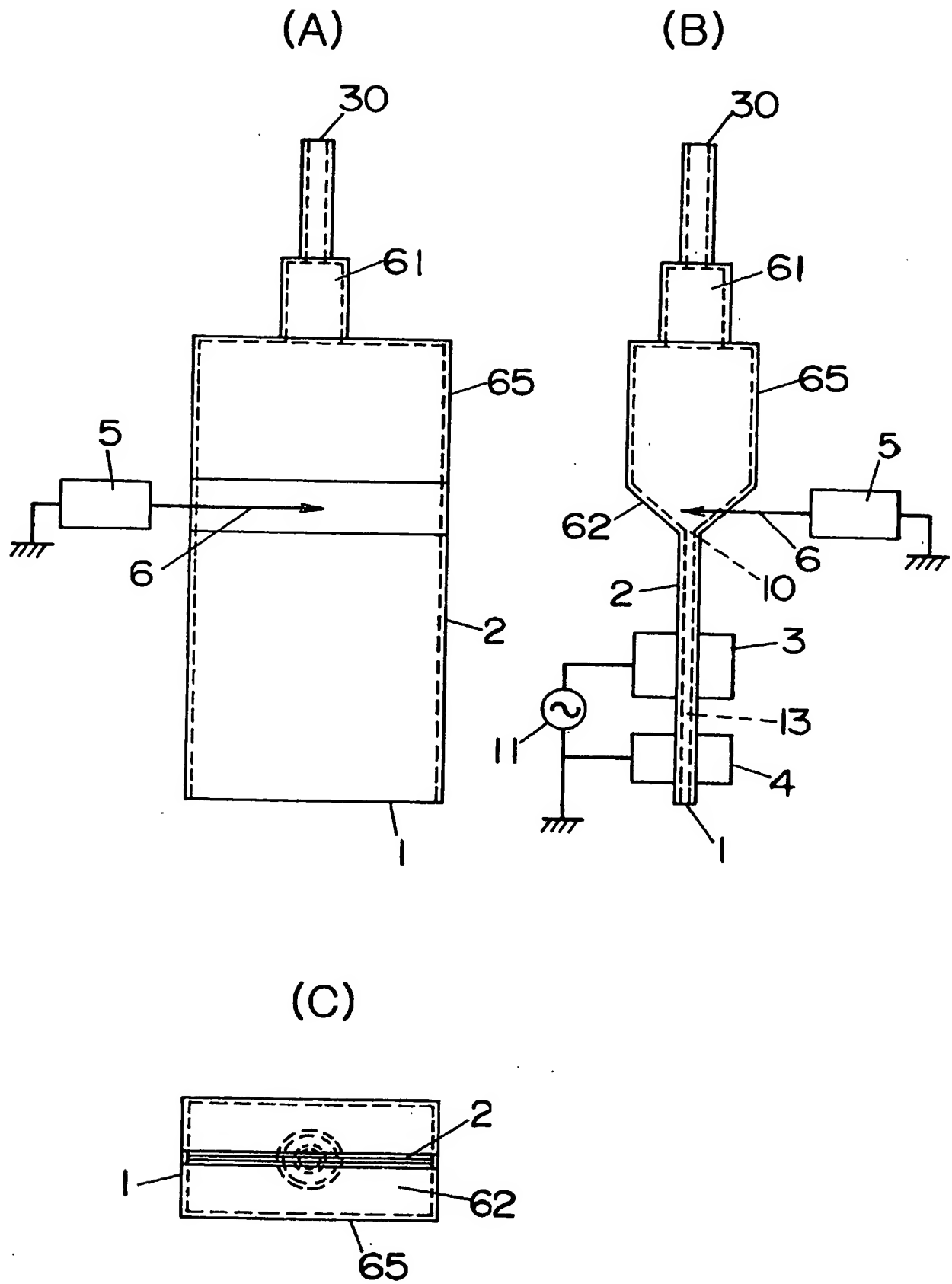
도면 4



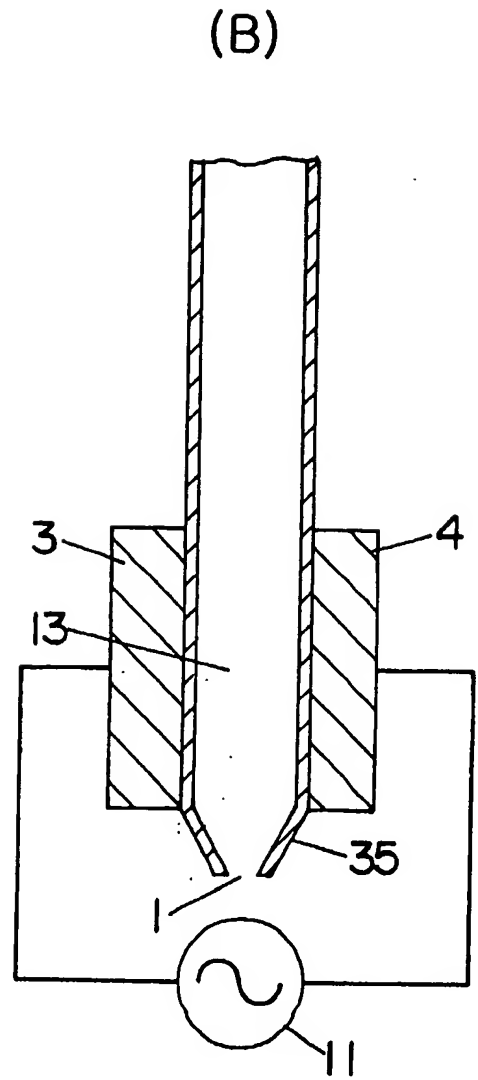
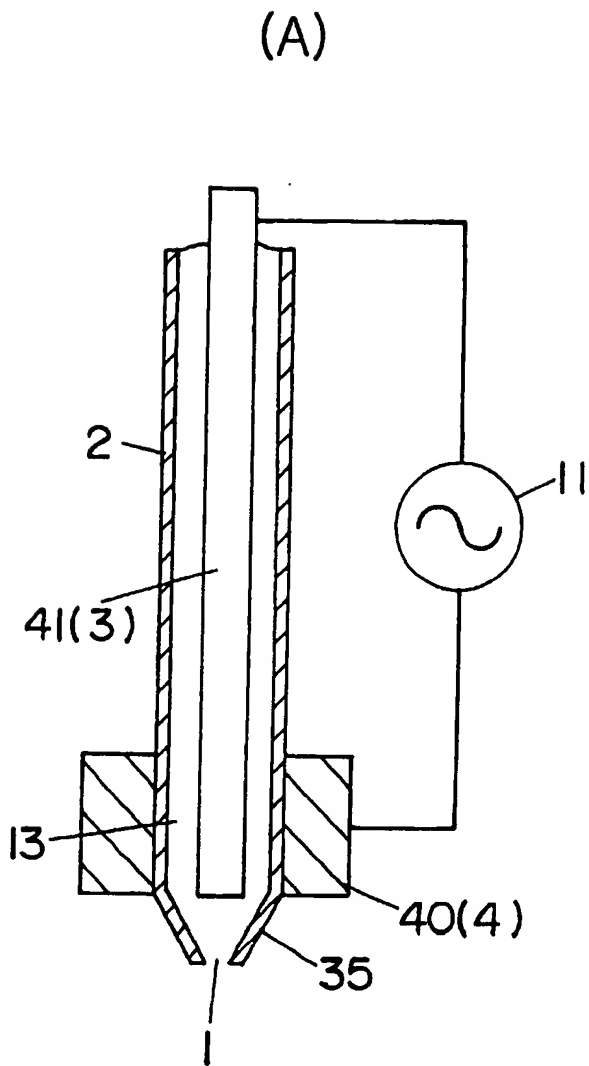
도면 5



도면 6



도면 7



도면 8

